



要旨

生命がいると言われている天体の判断条件として大気が挙げられる。大気の中でも組成に焦点を当て、生命のいる可能性のあるエンケラドス等の天体の大気組成調査を行うために、前段階として身近な惑星に着目し、同じ手法で大気組成検証を行った。

スペクトル

光を分光器などで波長ごとに分け、順に並べたものの。今回は分光した連続スペクトルの吸収線を調べた。連続スペクトルとは分光器の分解能をどれほど大きくしても、切れ目がなく連続的に広がるスペクトルのこと。吸収線とは、物質ごとに特定の波長の光を吸収する部分のこと。

研究手法

1、撮影

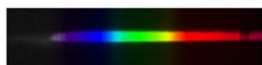


図1：吸収スペクトル

冷却 CCD カメラと分光器を本校の口径 35 cm ニュートン式反射望遠鏡に取り付け撮影した(図2)。観測条件は下記の通りである。

太陽：2024 年 12 月 27 日 15 時 16 分高度 12°

土星：2024 年 12 月 27 日 18 時 27 分高度 37°

木星：2024 年 12 月 27 日 18 時 49 分高度 45°

天王星 2024 年 12 月 27 日 19 時 6 分高度 48°

火星：2024 年 12 月 27 日 19 時 59 分高度 16°

金星：2024 年 12 月 27 日 18 時 0 分高度 23°



図2：観測機器

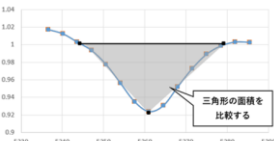


図3：観測機器

2、解析

撮影したスペクトル画像を、すばる画像解析ソフト Makali'i を用いて解析した。このソフトでは、最初に天体のスペクトル画像(図1)からダーク、スカイを引いた。その後、波長付けをし、Excel に出力してグラフ化した。参考文献をもとにグラフ上での波長を比較し元素を同定した。連続成分のカウント値を1にして吸収線の深さの最下点を求め、次に元素ごとの含有量(吸収線の面積に比例すると考える)を求めるため、吸収線を三角形に近似して面積を求めた(図3)。

今後の展望

本研究では参考文献や先行研究で見られなかった成分が検出されたため、さらに同じ手法で観測を重ねて得られた結果に信憑性があるか、観測した日時によって変化はないか検証していきたい。

惑星の大気組成を検証できたので、次回は本来の目的である生命が存在する可能性のある天体大気組成調査を行う予定である。

参考文献

理科年表 天文部「おもな太陽吸収線」
日本地球惑星科学連合 2016 年大会高校生ポスター発表 奈良県立青翔高等学校「惑星大気成分分析」

結果と考察

各惑星に見られた元素の吸収線の深さをまとめたものが表1、面積をまとめたものが表2である。灰色に網掛けされた部分は太陽よりも惑星における吸収線の深さおよび、面積が小さい元素である。

表1：求めた吸収線の深さ

吸収線の深さ(Å)	太陽	土星	木星	天王星	火星	金星
Fe(3820 Å)	×	0.25	0.28	0.24	0.17	0.29
Ca II (3934 Å)	0.11	0.31	0.38	0.36	0.33	0.35
Ca II (3968 Å)	0.04	0.24	0.34	0.31	0.16	0.26
H δ (4102 Å)	0.03	0.07	0.09	0.07	0.07	0.07
H γ (4341 Å)	0.16	0.21	0.23	0.22	0.22	0.22
Fe(4348 Å)	0.05	×	×	×	×	×
H β (4861 Å)	0.10	0.10	0.13	0.30	0.12	0.12
Mg(5184 Å)	0.08	0.10	0.11	0.06	0.13	0.08
Fe(5270 Å)	0.04	0.08	0.09	×	0.09	0.08
NH ₃ (5423 Å)	×	×	×	0.39	×	×
NH ₃ (5747 Å)	×	×	×	0.24	×	×
Na(5896 Å)	0.06	0.09	0.08	0.10	0.10	0.08
CH ₄ (6180 Å)	×	0.17	0.08	0.64	×	×
H α (6563 Å)	0.12	0.15	0.17	0.12	0.18	0.12
CH ₄ (7250 Å)	×	0.41	0.41	0.20	×	×

表2：求めた三角形の面積

面積(Å)	太陽	土星	木星	天王星	火星	金星
Fe(3820 Å)	×	6.16	4.95	3.54	2.88	5.26
Ca II (3934 Å)	1.49	3.05	4.72	4.74	4.31	4.72
Ca II (3968 Å)	0.24	1.80	3.86	3.44	1.20	2.23
H δ (4102 Å)	0.24	0.53	0.88	0.53	0.62	0.53
H γ (4341 Å)	3.99	3.18	3.60	3.78	3.59	3.60
Fe(4348 Å)	0.92	×	×	×	×	×
H β (4861 Å)	1.90	1.28	1.86	10.94	1.67	1.69
Mg(5184 Å)	1.50	1.78	1.89	1.08	3.18	1.23
Fe(5270 Å)	0.42	0.95	1.09	×	1.51	1.17
NH ₃ (5423 Å)	×	×	×	23.42	×	×
NH ₃ (5747 Å)	×	×	×	15.15	×	×
Na(5896 Å)	1.11	1.40	0.86	3.10	1.52	0.97
CH ₄ (6180 Å)	×	9.15	3.28	63.53	×	×
H α (6563 Å)	2.95	2.31	2.93	1.09	3.47	1.16
CH ₄ (7250 Å)	×	22.48	26.69	10.51	×	×

得られた元素は表の通りである。

・表1の灰色の網掛けされた元素は太陽よりも値が小さく検出された。すなわち、惑星は太陽の光を反射し含まれているならば値は太陽<惑星となるはずなのでその惑星には太陽よりも小さく検出された元素は存在しないと判断できる。

表2の網掛け部分は太陽と惑星の面積の大小関係に関わらず表1で吸収線の深さが太陽<惑星となっていればその元素は表面大気に存在する。

表1で存在し表2で値が太陽>惑星となった場合、惑星大気中には存在するが含有量は太陽の方が多いと判断した。

以下表2より特徴として、調査した惑星すべてに水素の吸収線、Ca II の吸収線、木星型惑星は CH₄ を含み、NH₃ は天王星にのみ見られる。Fe(4348 Å) は太陽にのみ見られた。

惑星ごとに含有量の差を比較する。太陽は H γ と H δ で約 17 倍、土星は CH₄ (7250 Å) と H δ で約 42 倍、木星は CH₄ (7250 Å) と Na で約 31 倍、天王星は CH₄ (6180 Å) と H δ で 120 倍、火星は Ca II (3934 Å) と H δ で約 7 倍、金星は Fe(3820 Å) と H δ で約 10 倍の差があった。

・元素ごとに含有量の差を比較する。Fe(3820 Å) は土星と火星で約 2 倍、Ca II (3934 Å) は天王星と太陽で約 3 倍、Ca II (3968 Å) は木星と太陽で約 16 倍、H δ は木星と太陽で約 4 倍、H γ は太陽と土星で約 1.25 倍、H β は天王星と土星で約 9 倍、Mg は火星と天王星で約 3 倍、Fe(5270 Å) は火星と太陽で約 4 倍、Na は天王星と木星で約 4 倍、CH₄ (6180 Å) は天王星と木星で約 19 倍、H α は火星と天王星で約 3 倍、CH₄ (7250 Å) は木星と天王星で約 2.5 倍の差があった。

火星や金星の大気の主成分は二酸化炭素であり可視光スペクトル上では観測できないため赤外線スペクトルを行えばまた違った結果になりそうだ。また、今回はアルベドを考慮していなかったため条件に加えると、より正確な結果になりそうである。